

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Masaaki SUDO, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: ULTRASONIC PROBE AND METHOD FOR FABRICATING THE PROBE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-046515	February 24, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 4 日
Date of Application:

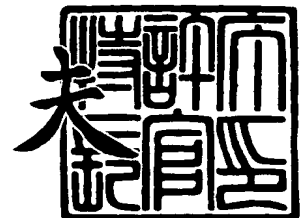
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 6 5 1 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 6 5 1 5]

出 願 人 株 式 会 社 東 芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康





【書類名】 特許願

【整理番号】 A000300503

【提出日】 平成15年 2月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 A61B 8/00

【発明の名称】 超音波探触子及びその製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新磯子町 3 3 番地 株式会社東芝
生産技術センター内

【氏名】 須藤 正昭

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 比企 進

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 佐藤 信一

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 佐藤 太平

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波探触子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波を送受波するための圧電振動子と、
この圧電振動子に通電するための導電基板と、
を具備し、

上記導電基板は上記圧電振動子の側面に対向して配設されており、

上記圧電振動子と上記導電基板により構成される角部には、これら圧電振動子と導電基板とを電氣的に接続する導電性材料が配設されていることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】 上記導電基板は信号用配線と接地用配線とを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 3】 上記導電基板は信号用配線と接地用配線とを備えており、
これら配線のうちいずれか一方の配線は、上記圧電振動子の表面と上記導電基板により構成される第 1 の角部に配設されている導電性材料により、上記圧電振動子の表面側に形成されている第 1 の電極と電氣的に接続されており、

他方の配線は、上記圧電振動子の裏面と上記導電基板により構成される第 2 の角部に配設されている導電性材料により、上記圧電振動子の裏面側に形成されている第 2 の電極と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 4】 上記圧電振動子と上記信号用配線の接続部と、上記圧電振動子と上記接地用配線の接続部との間を非導電性材料により絶縁していることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 記載の超音波探触子。

【請求項 5】 上記角部に供給された導電性材料を非導電性材料により被覆していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか記載の超音波探触子。

【請求項 6】 超音波を送受波するための圧電振動子と、この圧電振動子に通電するための導電基板とを備えた超音波探触子を製造する超音波探触子の製造方法において、

上記導電基板を上記圧電振動子の側面に対向して配置する配置工程と、
上記圧電振動子と上記導電基板により構成される角部に導電性材料を供給する導電性材料供給工程と、
上記導電性材料を加熱して上記圧電振動子と上記導電基板を電氣的に接続する加熱工程と、
を具備することを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 7】 上記導電性材料としてはんだ材料を用い、このはんだ材料を加熱する際に接触式の加熱手段を用いることを特徴とする請求項 6 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 8】 上記導電性材料としてはんだ材料を用い、このはんだ材料を加熱する際に非接触式の加熱手段を用いることを特徴とする請求項 6 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 9】 上記導電性材料として熱硬化材料を用いることを特徴とする請求項 6 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 10】 上記導電性材料としてはんだクリームを用いることを特徴とする請求項 6 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 11】 上記導電性材料として光反応硬化材料を用いることを特徴とする請求項 6 記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項 12】 上記圧電振動子と上記導電性基板を電氣的に接続した後、上記圧電振動子を再分極処理することを特徴とする請求項 6 記載の超音波探触子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は超音波を送受波するための超音波探傷子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば医療用診断や工業用診断において、人体や配管等の診断対象に超音波を送信し、その反射波を受信することで、体内の病巣や配管の亀裂等を検出する超

音波診断装置が用いられている。この超音波診断装置は、超音波診断装置本体と、超音波を送受信するための超音波探触子とから構成されている。

【0003】

図12と図13に従来の医療用超音波診断装置の超音波探触子の構成を示す。図12に示すように、この超音波探触子は圧電振動子101を有している。この圧電振動子101は、板状の圧電振動材をダイシング加工することで、短冊状の圧電素子に素子化されている。

【0004】

圧電振動子101の接地電極101c側には、音響インピーダンスを整合させるための音響整合層103が設けられ、さらに音響整合層103の表面には、音響レンズ105が設けられている。また、圧電振動子101の信号電極101b側には、エポキシ系樹脂107を介して吸音性に優れたゴム等からなるバックキング材109が接合されている。

【0005】

圧電振動子101の両側面には、フレキシブルプリントサーキット111（FPC）が互いに対向するように配置されている。各FPC111の先端部は、圧電振動子101の信号電極101bと接地電極101cにはんだ材料を介して接続されている。

【0006】

このFPC111は、図13に示すように、圧電振動子101との接続部近傍において略90度に曲げられており、その基端部はバックキング材109側に配置された超音波診断装置本体（不図示）に接続されている。

【0007】

上記構成の超音波探触子を使用する場合、まず音響レンズ105を診断対象に接触させる。そして、FPC111を介して圧電振動子101に電気信号を印加して、圧電振動子101から超音波を発生させる。発生した超音波は、音響レンズ105を介して診断対象に送信され、診断対象の内部で反射した後、圧電振動子101により受信される。受信された超音波は、圧電振動子101において電気信号に変換され、FPC111を介して超音波診断装置本体に伝達される。

【0008】

このような構成の超音波探触子によれば、FPC111は圧電振動子101との接合部近傍にて略90度に曲げられている。大たわみ論によれば、FPC111の湾曲部に働く曲げ応力は100 [N/mm²]を超え、はんだ材料による接合強度0.3 [N/mm] ~ 0.5 [N/mm]を遥かに上回ってしまう。

【0009】

そのため、FPC111の湾曲部に働く曲げ応力によって、FPC111と圧電振動子101の接合部が非常に破損し易かった。特に、ダイシング加工時には、FPC111と圧電振動子101の接合部に大きな加工ストレスが加わるため、接合部がさらに破損し易かった。

【0010】

そこで、圧電振動子の端部をバッキング材の端面から突出させることで、FPCを湾曲することなく圧電振動子に接続した構成が開発されている（例えば特許文献1参照。）。この超音波探触子では、FPCをバッキング材の端面に沿って配設し、FPCの端部を圧電振動子の突出端の下面に形成された接地電極と接合している。

【0011】**【特許文献1】**

特開2002-232996号公報。

【0012】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、圧電振動子の端部がバッキング材の端面から突出していると、この突出部分が宙に浮いている構造となり、ダイシング加工時に発生する加工ストレスによって圧電材料にクラックが生じ易いという問題がある。圧電材料にクラックが生じると、超音波特性に大きな影響を及ぼすため、圧電材料を損傷することなくダイシング加工を行うことが近年求められている。

【0013】

本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、圧電材料の材料強度を低下させることなく、圧電振動子と導電性基板の接合強

度を向上できる超音波探触子及びその製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し目的を達成するために、本発明の超音波探傷子及びその製造方法は次のように構成されている。

【0015】

(1) 超音波を送受波するための圧電振動子と、この圧電振動子に通電するための導電基板とを具備し、上記導電基板は上記圧電振動子の側面に対向して配設されており、上記圧電振動子と上記導電基板により構成される角部には、これら圧電振動子と導電基板とを電氣的に接続する導電性材料が配設されていることを特徴とする。

【0016】

(2) (1) に記載された超音波探触子であって、上記導電基板は信号用配線と接地用配線とを備えていることを特徴とする。

【0017】

(3) (1) に記載された超音波探触子であって、上記導電基板は信号用配線と接地用配線とを備えており、これら配線のうちいずれか一方の配線は、上記圧電振動子の表面と上記導電基板により構成される第1の角部に配設されている導電性材料により、上記圧電振動子の表面側に形成されている第1の電極と電氣的に接続されており、他方の配線は、上記圧電振動子の裏面と上記導電基板により構成される第2の角部に配設されている導電性材料により、上記圧電振動子の裏面側に形成されている第2の電極と電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0018】

(4) (2) 又は(3) に記載された超音波探触子であって、上記圧電振動子と上記信号用配線の接続部と、上記圧電振動子と上記接地用配線の接続部との間を非導電性材料により絶縁していることを特徴とする。

【0019】

(5) (1) ~ (4) のいずれかに記載された超音波探触子であって、上記角部に供給された導電性材料を非導電性材料により被覆していることを特徴とする。

【0020】

(6) 超音波を送受波するための圧電振動子と、この圧電振動子を通電するための導電基板とを備えた超音波探触子を製造する超音波探触子の製造方法において、上記導電基板を上記圧電振動子の側面に対向して配置する配置工程と、上記圧電振動子と上記導電基板により構成される角部に導電性材料を供給する導電性材料供給工程と、上記導電性材料を加熱して上記圧電振動子と上記導電基板を電氣的に接続する加熱工程とを具備することを特徴とする。

【0021】

(7) (6) に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料としてはんだ材料を用い、このはんだ材料を加熱する際に接触式の加熱手段を用いることを特徴とする。

【0022】

(8) (6) に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料としてはんだ材料を用い、このはんだ材料を加熱する際に非接触式の加熱手段を用いることを特徴とする。

【0023】

(9) (6) に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料として熱硬化材料を用いることを特徴とする。

【0024】

(10) (6) に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料としてはんだクリームを用いることを特徴とする。

【0025】

(11) (6) に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料として光反応硬化材料を用いることを特徴とする。

【0026】

(12) (6) に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記圧電振動子と上記導電性基板を電氣的に接続した後、上記圧電振動子を再分極処理することを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図8を参照しながら本発明の第1の実施の形態について説明する。図1は本発明の第1の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す斜視図、図2は同実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図、図3は同実施の形態に係る超音波探触子を図2中A-A線で切断して示す断面図、図4は図2中B-B線で切断して示す断面図である。

【0028】

図1と図2に示す超音波探触子は圧電振動子1を有している。この圧電振動子1は直方体状をしており、その3つの稜は互いに直交する3方向x、y、zにそれぞれ一致している。

【0029】

図3に示すように、圧電振動子1は、x方向に沿って所定の間隔で並設された多数（例えば128～256個）の短冊状の圧電素子2によって構成されている（11個のみ図示）。

【0030】

各圧電素子2は、圧電材料2aと、接地電極2c（第1の電極）と、信号電極2b（第2の電極）を有し、信号電極2bと接地電極2cは、それぞれ圧電材料2aのz方向の両端面に設けられている。そして、接地電極2cの表面には、それぞれ音響インピーダンスを整合させるための音響整合層3が設けられている。

【0031】

圧電材料2aの素材としては、ジルコンチタン酸鉛（PZT）のセラミックス、亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛の固溶体からなるPZNT単結晶、マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛の固溶体からなるPZMT単結晶等が用いられる。また、信号電極2b及び接地電極2cの材料としては、金や銀等の電気良導体が用いられる。

【0032】

図1と図2に示すように、圧電振動子1の接地電極2c側には、上記音響整合層3を介して音響レンズ4が設けられている。また、圧電振動子1の信号電極2b側には、エポキシ系樹脂14を介してブロック状のバックング材5が接合され

ている。バックング材 5 の材料としては、吸音性に優れたゴム等が用いられる。

【0033】

圧電振動子 1 の y 方向の一側面には、FPC 6（導電基板）が y 方向に対してほぼ垂直に、すなわち構成角度 θ が約 90 度となるように設けられている。各 FPC 6 は、絶縁体層 6 a を介して絶縁された信号用配線 6 b と接地用配線 6 c を有し、その外側は絶縁材製のカバー材 6 d により被覆されている。そして、各配線 6 b、6 c は、上述した圧電素子 2 と対応する数の電気経路 7（図 4 参照）を備えている。

【0034】

各配線 6 b、6 c の電気経路 7 の先端部は、信号用配線電極 8 b 及び接地用配線電極 8 c として、それぞれ FPC 6 のカバー材 6 d から圧電振動子 1 側に露出している。なお、信号用配線電極 8 b と接地用配線電極 8 c の間隔は、圧電振動子 1 の z 方向の寸法と略一致しており、信号用配線電極 8 b と接地用配線電極 8 c はそれぞれ圧電振動子 1 の y 方向の両側に位置している。

【0035】

圧電振動子 1 と FPC 6 によって構成される角部 10 a、10 b には、はんだ材料 9（導電性材料）が配設されている。接地電極 2 c 側に位置する第 1 の角部 10 a のはんだ材料 9 は、接地用配線電極 8 c と接地電極 2 c を電氣的に接続し、信号電極 2 b 側に位置する第 2 の角部 10 b のはんだ材料 9 は、信号用配線電極 8 b と信号電極 2 b を電氣的に接続している。

【0036】

はんだ材料 12 の周辺部にはフィレットが形成される。このフィレットは、圧電振動子 1 或いは FPC 6 との接合面に、せん断応力よりも強い引張り応力を発生させ、接合面における接合強度を向上させる。そして、はんだ材料 12 は、非導電性樹脂材料 13（非導電性材料）で被覆され、表面の保護がなされている。

【0037】

圧電振動子 1 と FPC 1 の間には、信号電極 2 b と接地電極 2 c 間を絶縁するための非導電性接着剤 11（非導電性材料）が介装されている。この非導電性接着剤 11 は、後述するように、超音波探触子の製造工程において圧電振動子 1 と

FPC6とを仮固定する役割も果たす。

【0038】

FPC6の基端部はバッキング材5側に配置された超音波診断装置本体（不図示）にコネクタ（不図示）を介して接続されている。

【0039】

上記構成の超音波探触子を使用する場合、まず音響レンズ4を診断対象に接触させる。そして、超音波診断装置本体から信号用配線6bと接地用配線6cを介して圧電振動子1に電気信号を印加し、圧電振動子1から超音波を発生させる。発生した超音波は、音響レンズ4を介して診断対象に送信され、診断対象の内部で反射した後、圧電振動子1によって受信される。受信された超音波は、圧電振動子1によって電気信号に変換され、信号用配線6bと接地用配線6cを介して超音波診断装置本体に伝達される。

【0040】

次に、図5～図7を用いて上記構成の超音波探触子を製造する方法について説明する。

【0041】

図5（a）に示すように、分離前圧電振動子21を用意する。この分離前圧電振動子21は、直方体状の圧電材料21aを有する。圧電材料21aの3つの稜は、上記x、y、z方向と一致しており、z方向の両面にはそれぞれ金や銀等の金属薄膜21b、21cが形成されている。

【0042】

次に、図5（b）に示すように、分離前圧電振動子21のy方向の一側面にFPC6をy方向に対して略垂直に配置し、分離前圧電振動子21とFPC6を非導電性接着剤11によって仮固定する。

【0043】

次に、図5（c）に示すように、分離前圧電振動子21とFPC6により構成される角部10にはんだ材料9を供給し、はんだごて等の接触式ヒートツール（加熱手段）を用いて、金属薄膜21bと信号用配線電極8b、及び金属薄膜21cと接地用配線電極8cを溶着する。

【0044】

それによって、金属薄膜 21b と信号用配線電極 8b、及び金属薄膜 21c と接地用配線電極 8c が電氣的に接続される。なお、この状態では、信号用配線電極 8b、及び接地用配線電極 8c は、板状部 22 を介して導通している（図 8 参照）。

【0045】

なお、はんだ材料 9 の加熱には、はんだごて等の接触式のヒートツール以外に、レーザ照射や赤外線照射等の非接触式のヒータツールを用いることができる。また、はんだ材料 9 の代わりにはんだクリームや導電性接着剤を用いてもよい。はんだクリームを用いる場合は、一般に雰囲気加熱を行うが、加熱温度が圧電材料 21a のキューリー点温度以上になると、圧電材料 21a が脱分極を起こすので、後工程で再分極処理を施す必要がある。導電性接着剤を用いる場合は、はんだクリームと同様の雰囲気加熱硬化や紫外線照射による光反応硬化を行う。

【0046】

次に、図 6（d）に示すように、はんだ材料 9 の表面を非導電性樹脂材料 13 によって被覆し、信号電極 2b と信号用配線電極 8b、及び接地電極と接地用配線電極 8c の接合部 12 を保護する。

【0047】

次に、図 6（e）に示すように、金属薄膜 21c の表面に音響整合層 3 を接合し、金属薄膜 21b の表面にエポキシ系樹脂 14 を介してブロック状のバッキング材 5 を接合する。

【0048】

以上の工程により、音響整合層 3、金属薄膜 21c、圧電材料 21a、金属薄膜 21b、及びバッキング材 5 からなる層構造体 23 が形成される。

【0049】

次に、図 6（f）に示すように、ダイシング装置を用いて層構造体 23 に多数の溝部 24 を設ける（ダイシング加工）。なお、溝部 24 は音響整合層 13 側からバッキング材 14 に及ぶよう形成される。

【0050】

それによって、圧電材料 21a と金属薄膜 21b、21c とから構成される分離前圧電振動子 21 は、図 7 (g) に示すように、多数の短冊状の圧電素子 2 から構成される上述した圧電振動子 1 となる。

【0051】

このとき、金属薄膜 21b、21c に接続されていた FPC 6 の先端板状部 2 もダイシング装置により切断分離されて、各圧電素子 2 と各電気経路 7 が独立に導通する。

【0052】

そして最後に、図 7 (h) に示すように、音響接合層 13 の表面に音響レンズ 4 を設ける。以上で、超音波探触子の製造工程が終了する。

【0053】

上記構成の超音波探触子及びその製造方法によれば、圧電振動子 1 の y 方向の一側面に、FPC 6 を y 方向に対してほぼ垂直に配置するとともに、圧電振動子 1 と FPC 6 により構成される角部 10 にはんだ材料 9 を供給することで、信号電極 2b と信号用配線電極 8b、及び接地電極 2c と接地用配線電極 8c を電氣的に接続している。

【0054】

そのため、圧電振動子 1 と FPC 6 を接続するために FPC 6 を曲げる必要が無く、接続部 12 に不要な負荷がかからないから、圧電振動子 1 と FPC 6 の接合強度が向上する。

【0055】

また、圧電振動子 1 と FPC 6 により構成される角部 10 が略 90 度であるため、この角部 10 に供給されたはんだ材料 9 にフィレットが形成され易い。このフィレットは、圧電振動子 1 或いは FPC 6 との接合面にせん断応力よりも強い引張り応力を発生させるため、圧電振動子 1 と FPC 6 の接合強度を向上することができる。

【0056】

さらに、上述したように、圧電振動子 1 と FPC 6 の接合強度が向上するから、ダイシング加工時に接合部 12 に加わる加工ストレスによって、接合部 12 が

破損するのを抑制できる。

【0057】

また、導電基板として信号用配線 8 b と接地用配線 8 c を備えた F P C 6 を使用している。

【0058】

そのため、1 つの F P C 6 で圧電振動子 1 に通電できるから、部品コストを削減することができる。

【0059】

さらに、圧電振動子 1 と F P C 6 の間に非導電性接着剤 1 1 を介装している。

【0060】

そのため、圧電振動子 1 の信号側と接地側とが非導電性接着剤 1 1 によって絶縁隔離されるから、圧電振動子 1 と F P C 6 により構成される角部 1 0 にはんだ材料 9 を供給する作業を容易にすることができる。

【0061】

また、角部 1 0 に供給されたはんだ材料 9 を非導電性樹脂材料 1 3 で被覆し、外気や水分等から保護している。

【0062】

そのため、はんだ材料 9 が劣化し難くなるから、圧電振動子 1 と F P C 6 の接合強度の低下を抑制できる。

【0063】

次に、図 9 を参照しながら本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

【0064】

図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図である。なお、本実施の形態の説明にあたり、上述した第 1 の実施の形態と同じ構成に対しては、同符号を付してその説明を省略する。

【0065】

図 9 に示すように、本実施の形態に係る超音波探触子では、圧電振動子 1 の y 方向の両側面に F P C 3 1 b 、 3 1 c がそれぞれ設けられている。F P C 3 1 b 、 3 1 c は、それぞれ信号用配線 3 2 b 、 及び接地用配線 3 2 c を有し、これら

信号用配線 3 2 b と接地用配線 3 2 c は、圧電素子 2 と対応する数の電気経路 7 を備えている。

【0066】

FPC 3 1 b、3 1 c の先端部は、それぞれ圧電振動子 1 側に曲げ角度 ϕ で曲げられており、圧電振動子 1 と FPC 3 2 b、3 2 c との間には、構成角度を θ とする角部 3 3 がそれぞれ形成されている。なお、構成角度 θ としては、5 [度] ~ 90 [度] の範囲内であればよいが、10 [度] ~ 90 [度] が好ましいとされる。

【0067】

圧電振動子 1 と FPC 3 1 b、3 1 c によって構成される角部 3 3 には、はんだ材料 9 が供給されている。このはんだ材料 9 は、接地電極 2 c と接地用配線 3 2 c、及び信号電極 2 b と信号用配線 3 2 b を電氣的に接続している。

【0068】

上記構成の超音波探触子によれば、圧電振動子 1 に通電するための FPC 3 1 b、3 1 c を圧電振動子 1 の y 方向両側に配置し、圧電振動子 1 に接続される先端部を圧電振動子 1 側に曲げている。

【0069】

そのため、FPC 3 1 b、3 1 c の湾曲部に働く曲げ応力を小さくできるから、圧電振動子 1 と FPC 3 1 b、3 1 c の接合部にかかる負荷が低減する。それによって、圧電振動子 1 と FPC 3 1 b、3 1 c の接合強度が向上される。

【0070】

さらに、角部 3 3 の構成角度 θ を 5 度以上としているから、供給されたはんだ材料 9 にフィレットが形成され易い。

【0071】

そのため、上記第 1 の実施の形態と同様の原理によって、圧電振動子 1 と FPC 3 1 b、3 1 c の接合強度が向上する。

【0072】

次に、剥離強度評価試験とダイシング加工耐性試験について説明する。なお、これら剥離強度評価試験及びダイシング加工耐性試験は、フィレットが圧電振動

子1とFPC6の接合強度に与える効果を明らかにするために行われたものである。

【0073】

図10に剥離強度評価試験の結果を示す。図4中の点Pは平均剥離荷重を示し、点Pから上下に延びる線の上端と下端はそれぞれ剥離荷重の最大値と最小値を示している。

【0074】

この剥離強度評価試験では、圧電振動子にはんだ接合されたFPCを圧電振動子から引き剥がすのに必要な剥離荷重を測定した。試験片としては、圧電振動子1とFPCとの接合部12にフィレットを形成したものと、フィレットを形成しないものを10個ずつ用意した。

【0075】

試験条件は次の通りである。

【0076】

試験片の幅寸法：約2 [mm]、

試験回数：10回、

角部の構成角度 θ ：5 [度]。

【0077】

図10に示すように、接合部にフィレットを形成しない場合の平均剥離荷重は0.44 [N]であった。一方、接合部にフィレットを形成した場合の平均剥離荷重は1.74 [N]であった。すなわち、フィレットを形成した場合の平均剥離荷重は、フィレットを形成しない場合の約4倍まで向上することがわかった。

【0078】

したがって、この剥離強度評価試験により、圧電振動子とFPCを接合する際に接合部にフィレットを形成することで、圧電振動子とFPCの接合強度が飛躍的に向上することが確認された。

【0079】

なお、発明者は、構成角度 θ を10 [度]とした場合についても剥離強度評価試験を行い、さらに高い効果が得られることを確認している。

【0080】

図11 (a) と (b) にダイシング加工耐性試験の結果を示す。

【0081】

このダイシング加工耐性試験では、ダイシングを6回行うごとに、切断ピッチを0.01 [mm] ずつ狭めながら、圧電振動子にはんだ接合されたFPCが圧電振動子から剥離するときの素子幅を測定した。試験片としては、圧電振動子とFPCの接合部にフィレットを形成したものと、フィレットを形成しないものをそれぞれ用意した。

【0082】

試験条件は次の通りである。

【0083】

ブレードの回転数：30000 [rpm]、
ブレードの幅：0.05 [mm]、
切断ピッチ：0.15 [mm] ～ 0.10 [mm]、
素子幅：0.1 [mm] ～ 0.05 [mm]。

【0084】

図1-1 (a) と (b) に示すように、接合部にフィレットを形成しない場合、素子幅が0.07 [mm] で剥離が発生した。一方、接合部にフィレットを形成した場合、素子幅が0.05 [mm] でも剥離が認められなかった。

【0085】

したがって、このダイシング加工耐性試験により圧電振動子とFPCを接合する際、接合部にフィレットを形成することで、ダイシング加工時に加わる加工ストレスにより生じる圧電振動子とFPCの剥離が抑制されることが確認された。

【0086】

なお、発明者は、構成角度 θ を10 [度] とした場合についてもダイシング加工耐性試験を行い、さらに高い効果が得られることを確認している。

【0087】

次に、FPCに働く曲げ応力の従来との数値比較について説明する。なお、この数値比較では、ポリイミド/Cu/ポリイミドを積層した構造のFPCを用い

た。

【0088】

計算条件（従来）は次の通りである。

【0089】

FPCの曲率半径R：5 [mm]、

曲げ角度 ϕ ：90 [度]、

Cuの厚さ寸法t：0.025 [mm]、

Cuのヤング率E：130000 [N/mm²]。

【0090】

湾曲部に働く曲げ応力の最大値 σ は、応力-歪関係式より下記【数1】によって表される。

【0091】

【数1】

$$\begin{aligned}\sigma &= (\Delta L/L) \times E \\ &= \frac{1/4 \times 2\pi \times (R+t/2) - (1/4 \times 2\pi \times R)}{1/4 \times 2\pi \times R} \times E \\ &= \frac{tE}{2R}\end{aligned}$$

$$= 325 [N/mm^2]$$

【0092】

上記【数1】に示すように、FPCを上記条件で曲げた場合、湾曲部に働く曲げ応力の最大値 σ は、約325 [N/mm²]となる。

【0093】

一方、第1の実施の形態に係る超音波探触子は、FPCを曲げない構造であるため、曲げ応力は0となり、従来に比較して飛躍的に曲げ応力が低減されることがわかる。

【0094】

また、第2の実施の形態に係る超音波探触子についても、FPCの曲げ角度 ϕ が90度未満であるため、従来に比較して曲げ応力が低減されることがわかる。

【0095】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることはなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において種々に変更可能である。

【0096】

【発明の効果】

本発明によれば、圧電材料の材料強度を低下させることなく、圧電振動子と導電基板の接合強度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す斜視図。

【図2】 同実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図。

【図3】 同実施の形態に係る超音波探触子の構成を図2中A-A線で切断して示す断面図。

【図4】 同実施の形態に係る超音波探触子の構成を図2中B-B線で切断して示す断面図。

【図5】 同実施の形態に係る超音波探触子の製造工程を示す工程図。

【図6】 同実施の形態に係る超音波探触子の製造工程を示す工程図。

【図7】 同実施の形態に係る超音波探触子の製造工程を示す工程図。

【図8】 同実施の形態に係る信号用配線及び接地用配線のダイシング加工前における形状を示す概略図。

【図9】 本発明の第2の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図。

【図10】 剥離強度評価試験の結果を示すグラフ。

【図11】 ダイシング加工耐性試験の結果を示す写真であって、(a)は接合部にフィレットを形成した場合、(b)は接合部にフィレットを形成しない場合である。

【図12】 従来の超音波探触子の構成を示す斜視図。

【図 1 3】 従来の超音波探触子の構成を示す断面図。

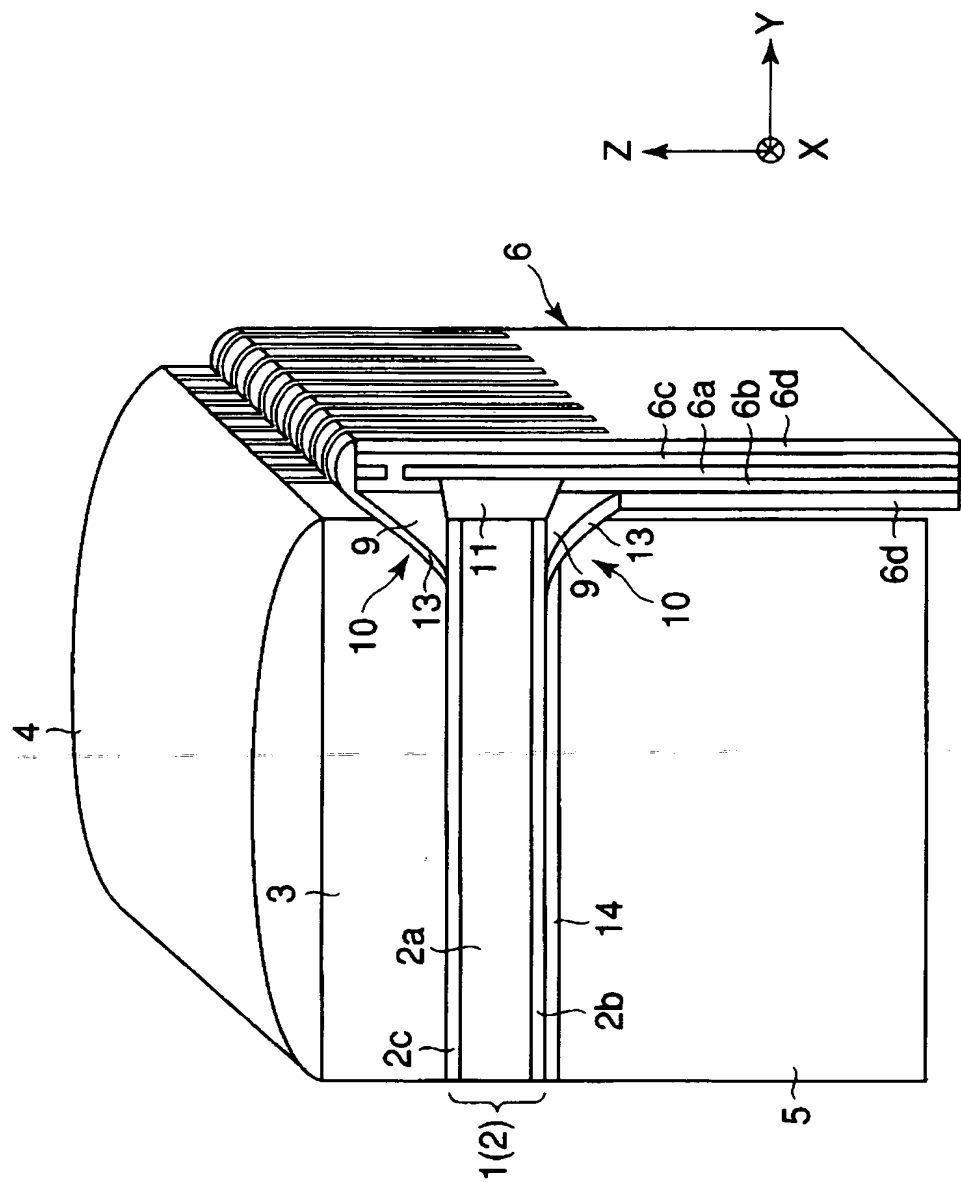
【符号の説明】

1…圧電振動子、6…フレキシブルプリントサーキット（導電基板）、9…はんだ材料（導電性材料）、10、33…角部、11…非導電性接着材（非導電性材料）、12…接続部、6b、32b…信号用配線、6c、32c…接地用配線。

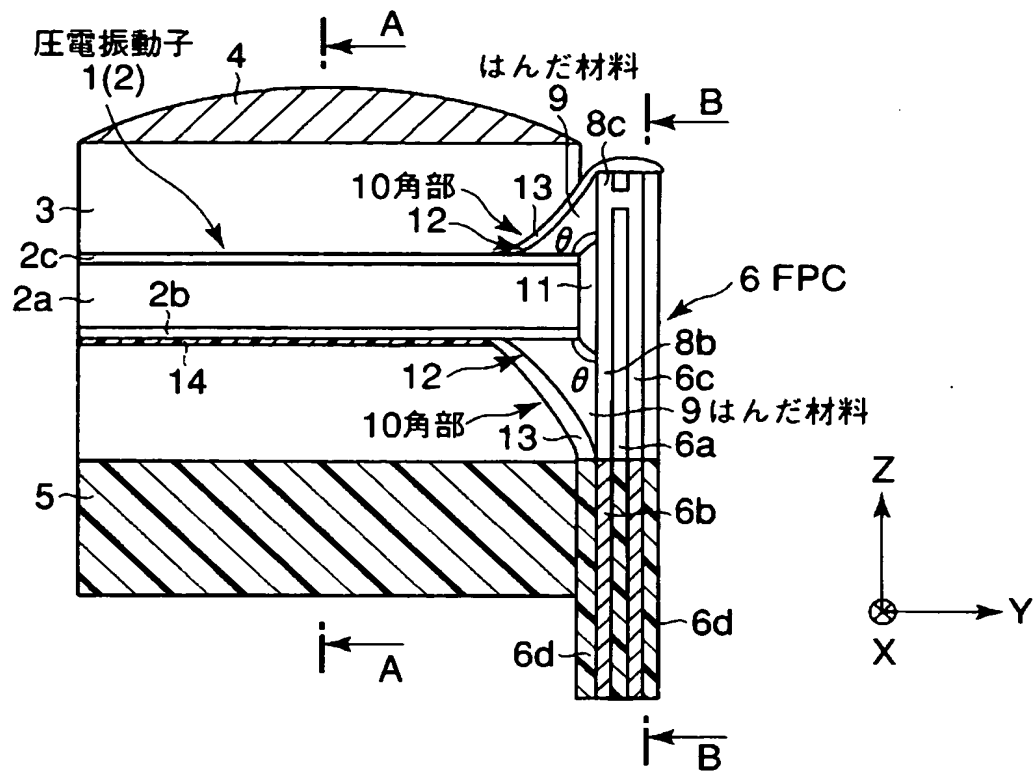
【書類名】

図面

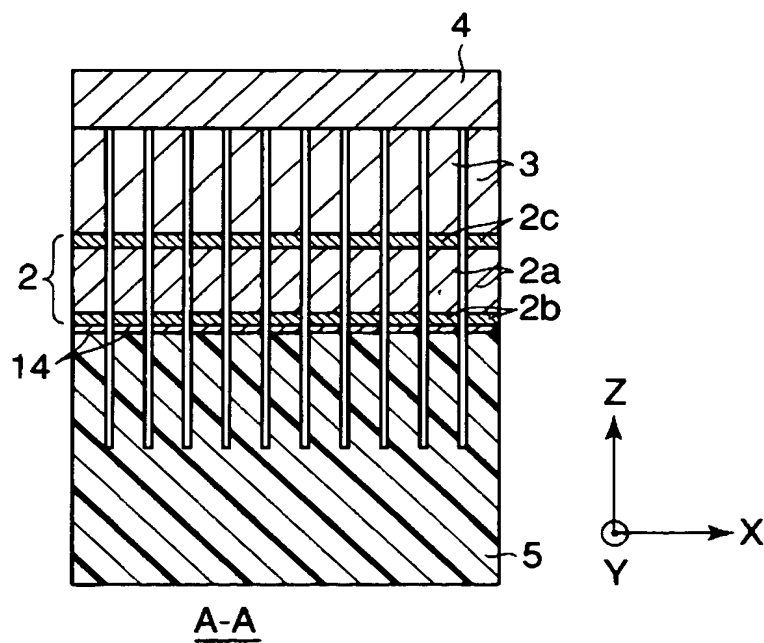
【図 1】



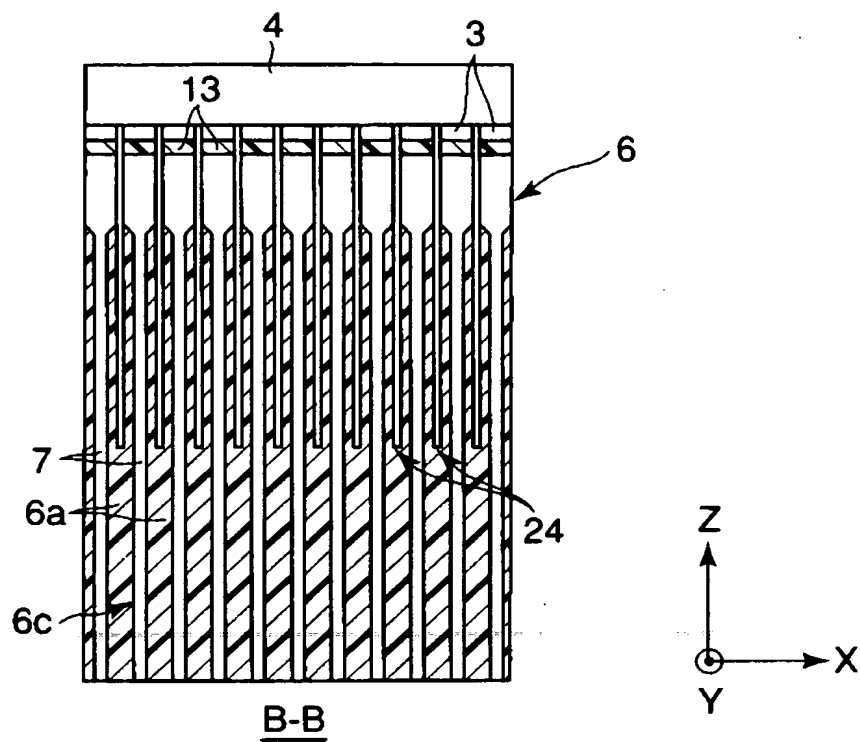
【図 2】



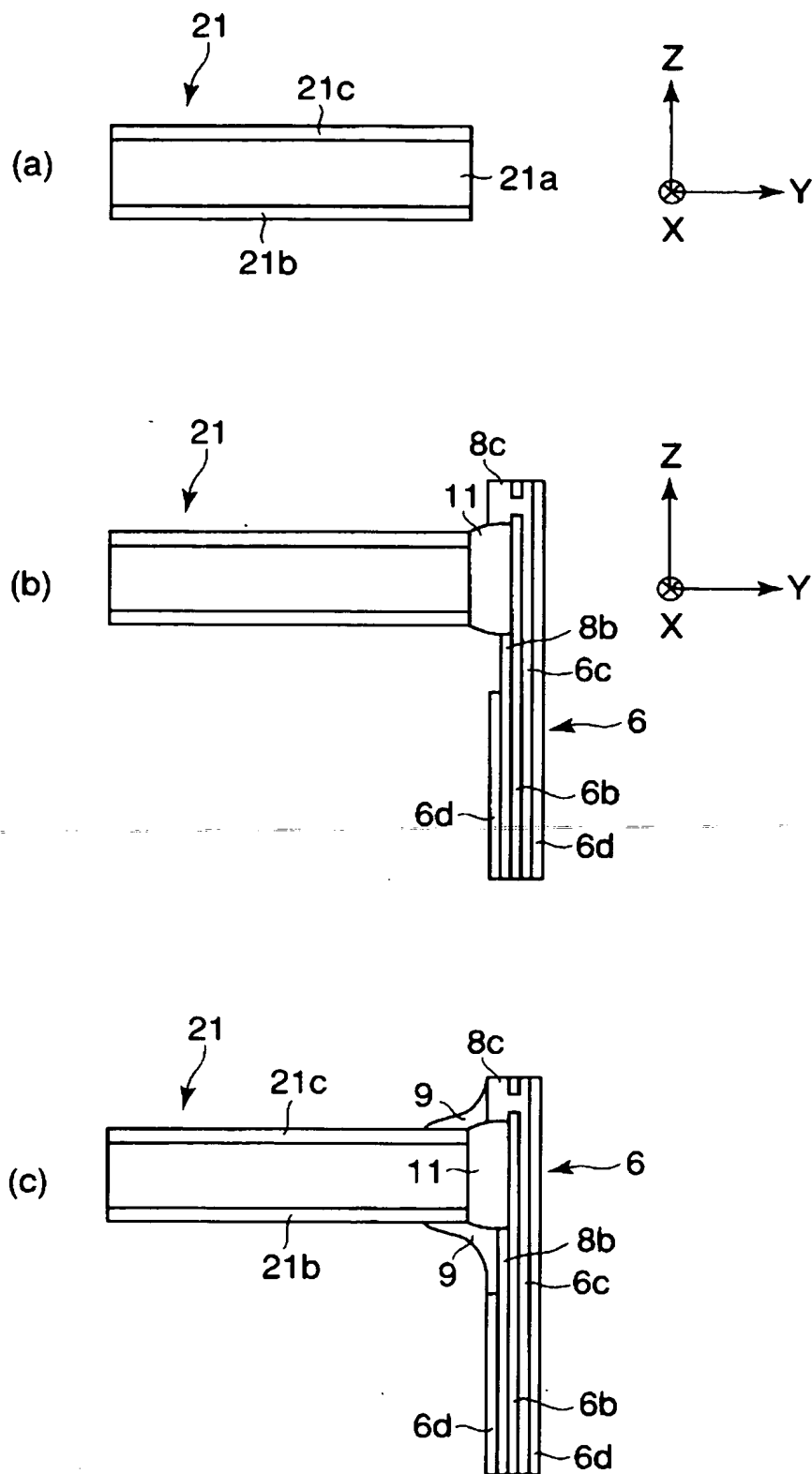
【図 3】



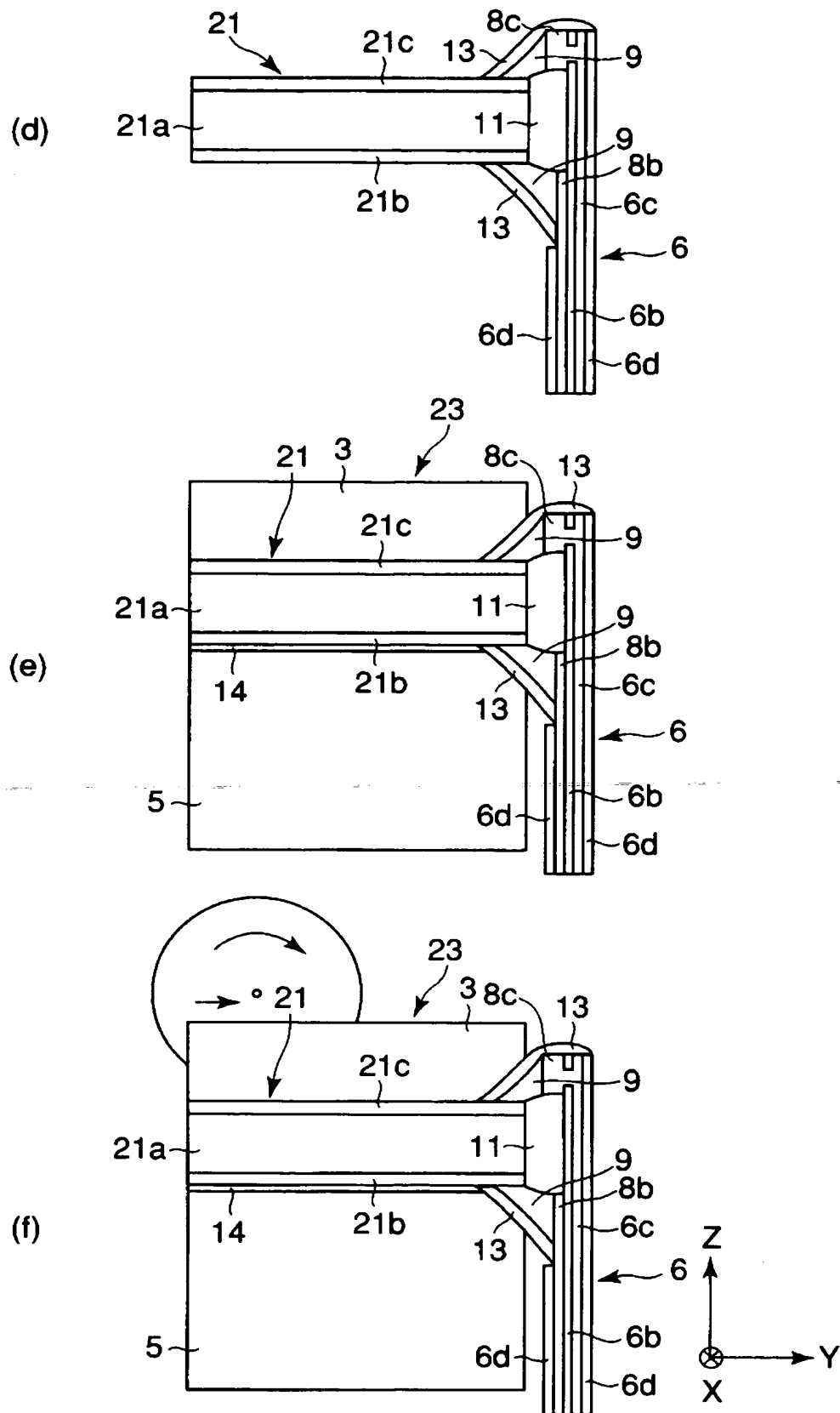
【図 4】



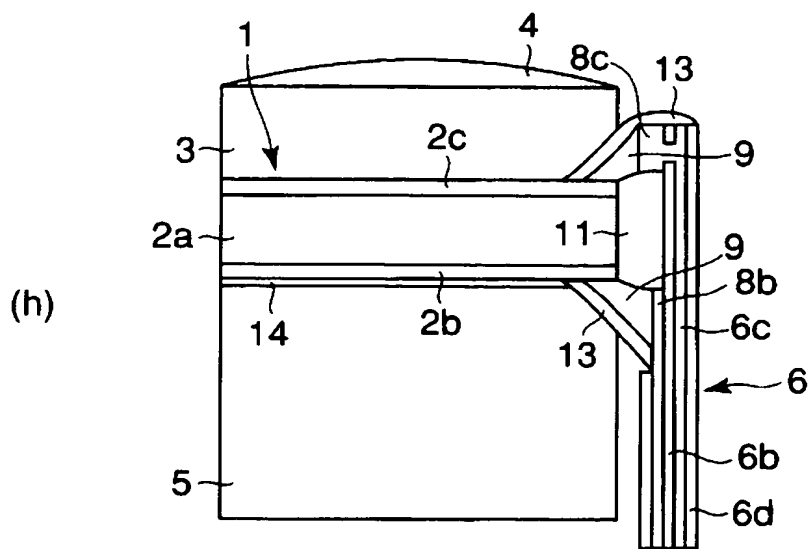
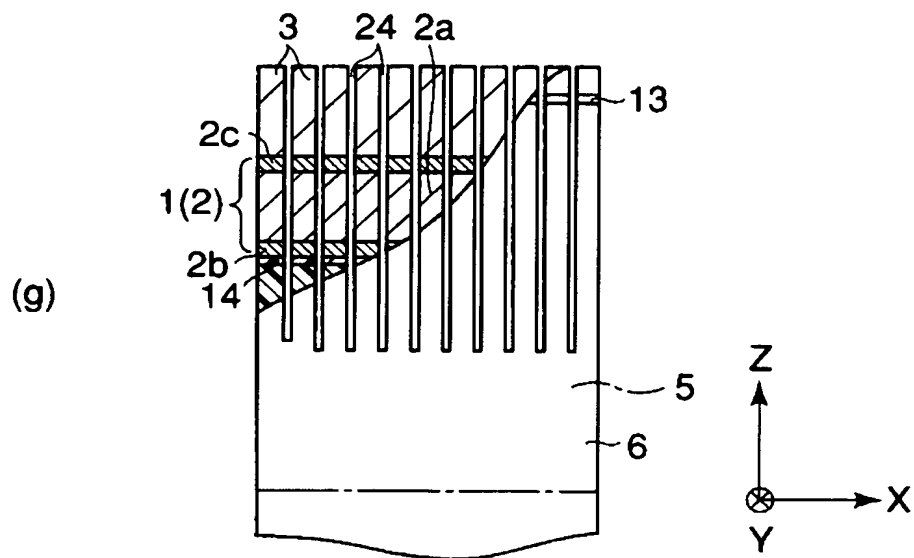
【図 5】



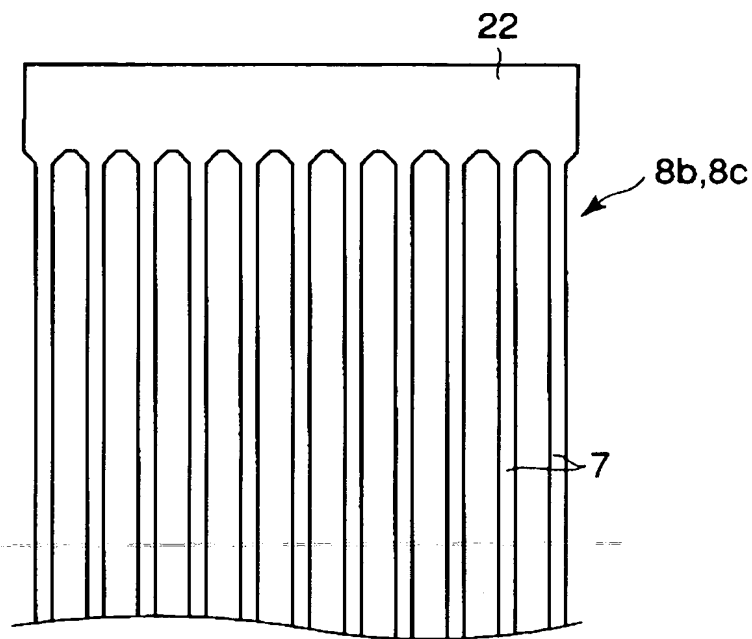
【図 6】



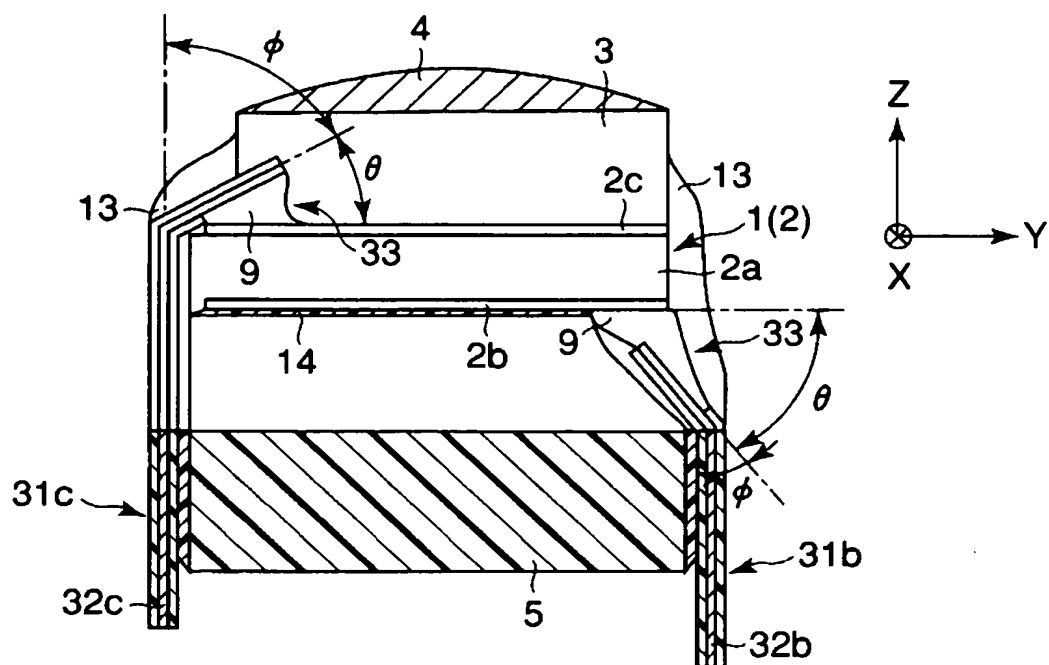
【図 7】



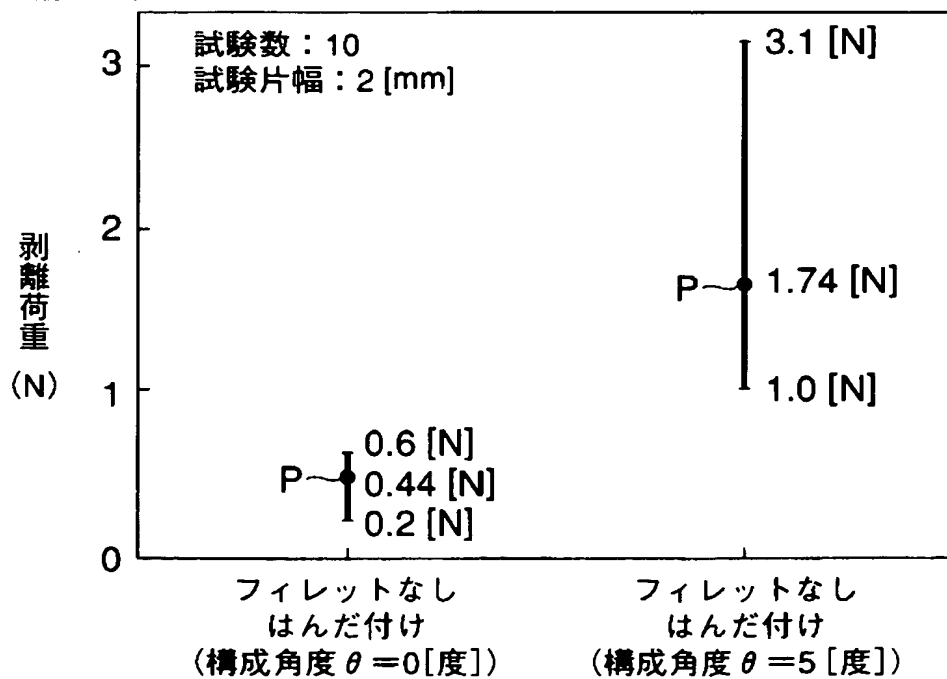
【図 8】



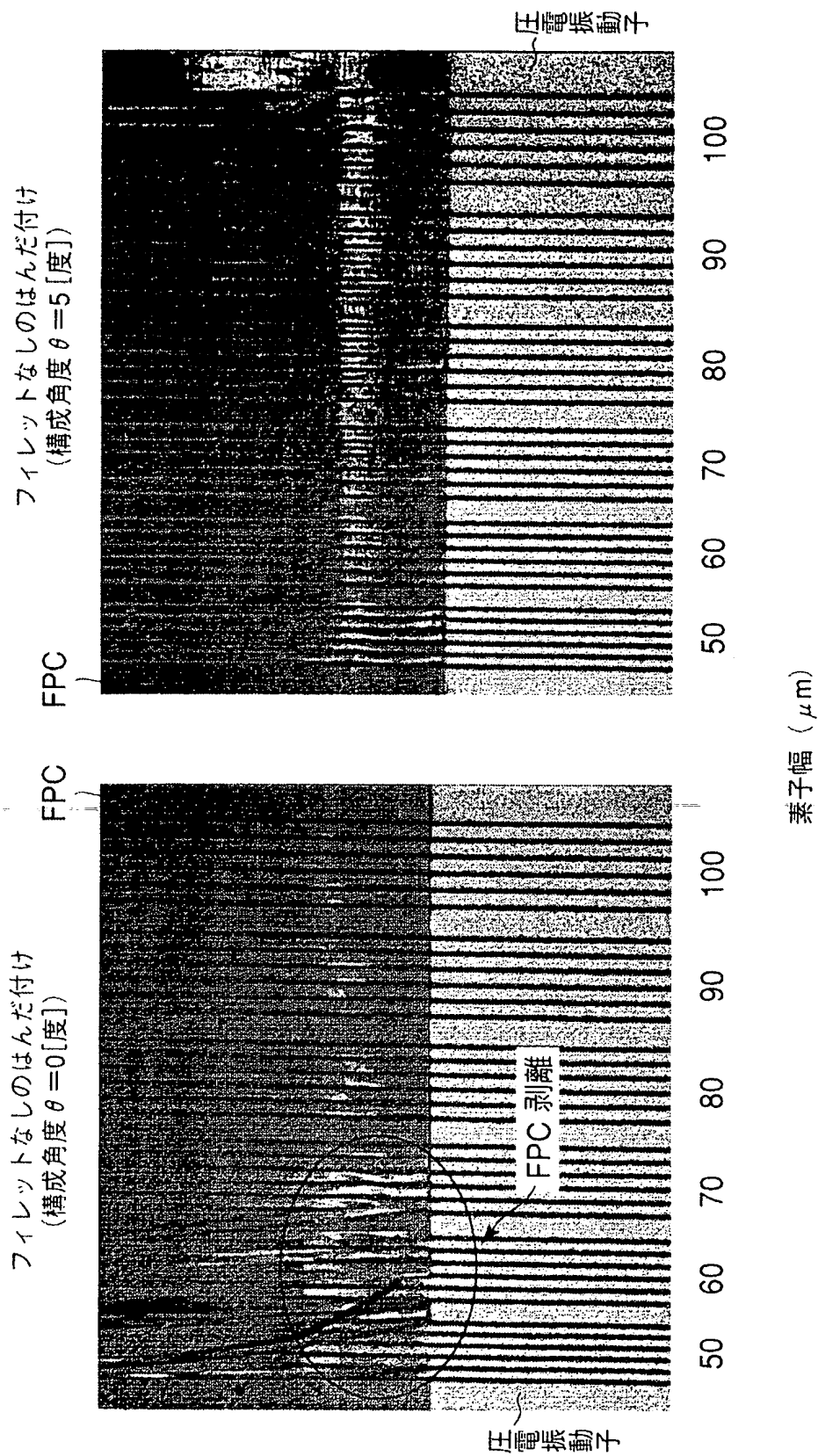
【図 9】



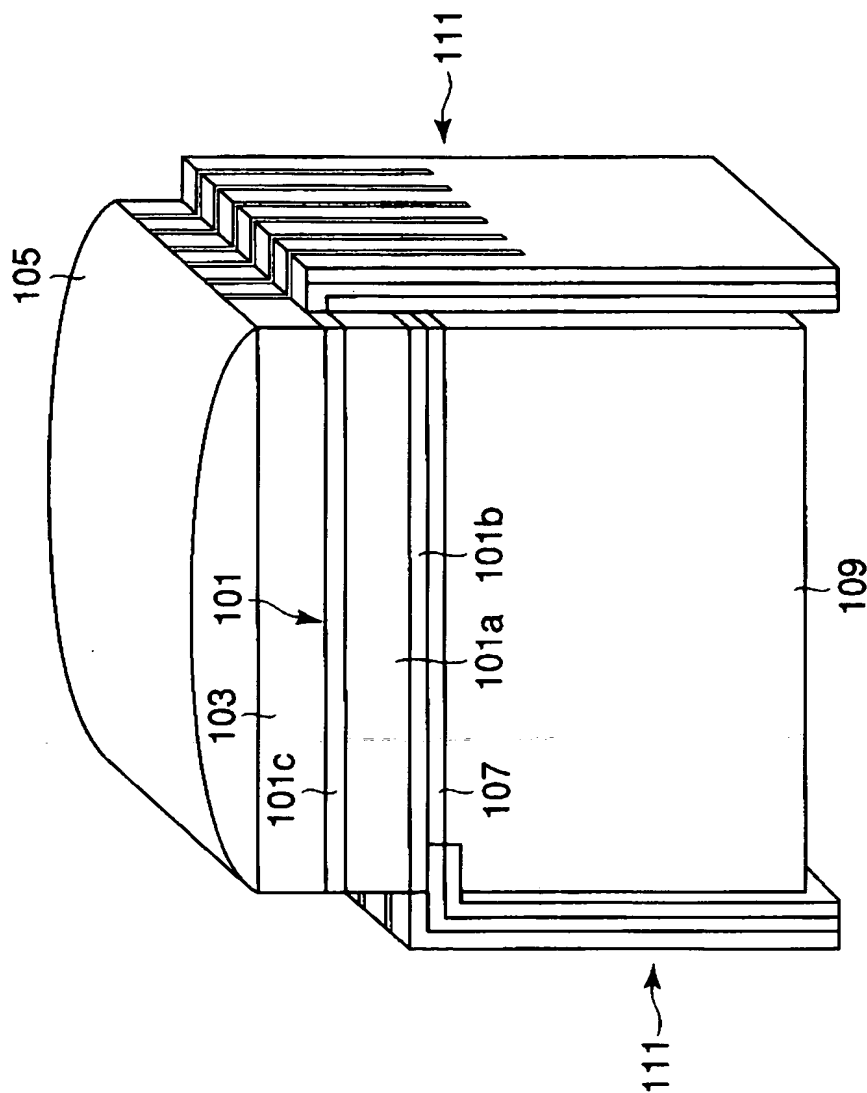
【図 10】



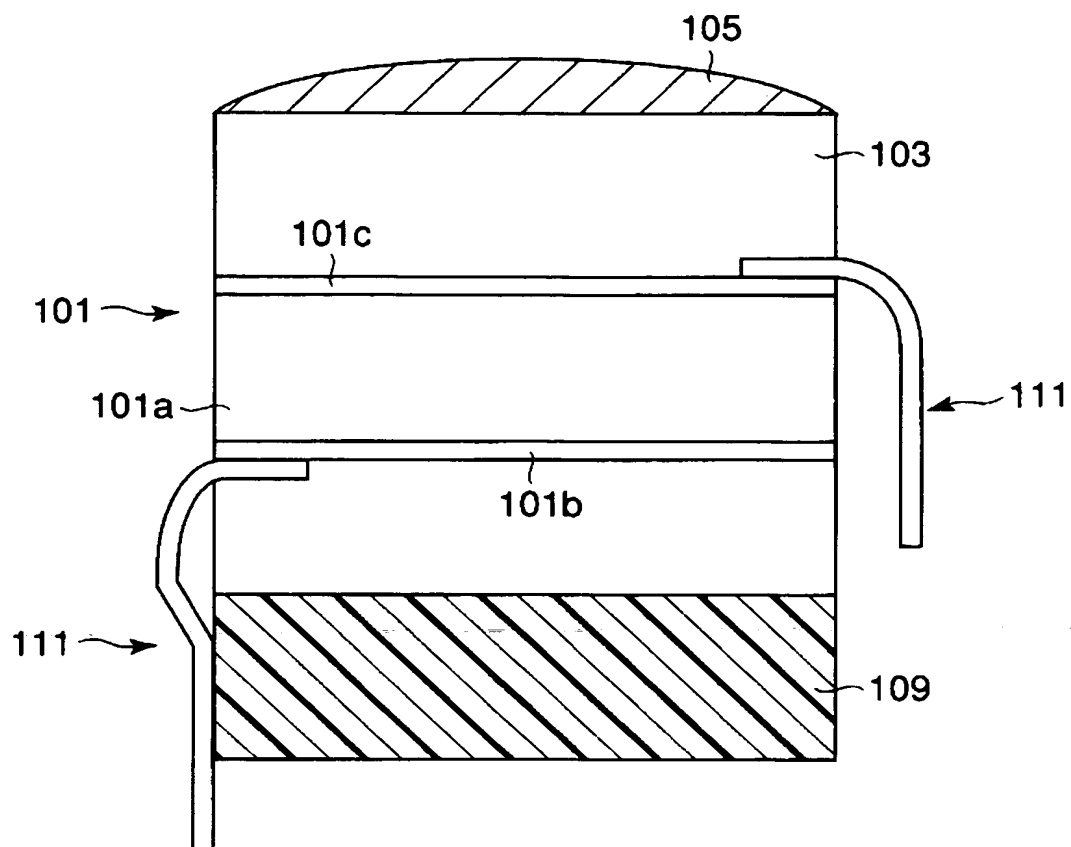
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧電材料の材料強度を低下させることなく、圧電振動子と導電性基板の接合強度を向上できる超音波探触子を提供すること。

【解決手段】 超音波を送受波するための圧電振動子 1 と、この圧電振動子 1 に通電するための F P C 6 とを具備し、上記 F P C 6 は上記圧電振動子 1 の側面に対向して配設されており、上記圧電振動子 1 と上記 F P C 6 により構成される角部 1 0 には、これら圧電振動子 1 と F P C 6 とを電氣的に接続するはんだ材料 9 が配設されていることを特徴とする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 4 6 5 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

- | | |
|----------|---------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地 |
| 氏 名 | 株式会社東芝 |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 1 年 7 月 2 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 |
| 氏 名 | 株式会社東芝 |